



# UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Proyecto de Innovación Convocatoria 2017/2018

Proyecto nº 65

Creación del primer Grupo iGEM (Competición Internacional de Biología Sintética) de  
Madrid: Facultad de Biología-UCM.

Responsable del Proyecto: Domingo Marquina Díaz

Facultad de Biología

Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología

### **1.- Objetivos propuestos en la presentación del proyecto.**

- a) Formar el equipo de iGEM de la Universidad Complutense de Madrid, generando un espacio, hasta ahora inexistente en la Comunidad de Madrid, en el que cualquier estudiante de enseñanza media, grado o postgrado pueda tomar parte en esta experiencia.
- b) Crear una nueva vía de aprendizaje en la que los alumnos puedan poner en práctica los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera, formando parte de un trabajo de investigación de forma autónoma y alentados por el espíritu de la competición del iGEM.
- c) Crear un espacio donde los alumnos de diferentes ramas de conocimiento, puedan compartir los conocimientos adquiridos y colaborar en el diseño y desarrollo del proyecto.
- d) Estrechar vínculos entre el equipo de docentes de la facultad y el alumnado, favorecer un grupo de trabajo en el que los profesores puedan compartir su experiencia de una forma más directa y personal con los alumnos.
- e) Enseñar a los alumnos mediante un caso práctico las formas de gestión y administración de proyectos, así como la búsqueda de financiación para los mismos.
- f) Ofrecer a los estudiantes una experiencia educativa internacional, favoreciendo que entren en contacto con alumnos, personal investigador y docente de otros países.
- g) Estimular a los alumnos para que desarrollen sus capacidades y trabajen de forma autónoma y favorecer la resolución de problemas mediante su propio ingenio.
- h) Favorecer una metodología de trabajo en la que los propios alumnos formen con su experiencia a lo largo del iGEM a las sucesivas generaciones de estudiantes, implicándoles en la competición y favoreciendo su mantenimiento en los siguientes años. De esta forma el iGEM será un grupo gestionado de forma autónoma por los alumnos y asesorado por los profesores.

## **2.- Objetivos alcanzados.**

a) Se ha creado un equipo para participar en la convocatoria iGEM 2018 en el Instituto de Tecnología de Massachussets. Para poder realizar el proyecto, se seleccionaron una serie de alumnos que, tanto por su formación de origen, como por sus cualidades personales, habían mostrado interés en el desarrollo del proyecto propuesto.

El carácter del equipo es altamente multidisciplinar. Se recogen alumnos con especialidades diversas, desde la Biología (Facultad de origen del proyecto), la Farmacia, hasta la Ingeniería Industrial. Como enseñanzas multidisciplinarias, encontramos la Biotecnología y la Ingeniería Biomédica.

Los alumnos miembros del equipo que han llevado el Proyecto al M.I.T. (al margen del personal que ha participado en el Proyecto de Innovación) son los siguientes:

Ignacio Albert Smet (Grado en Ingeniería Biomédica, UC3M) Gonzalo Saiz Gonzalo (Máster en Biotecnología, UCM) Francisco Javier Quero Lombardero (Grado en Biología, UCM) Laura Armero Hernández (Grado en Farmacia, UCM) Borja Sánchez Clemente (Grado en Ingeniería Biomédica, UC3M) Iván Martín Hernández (Grado en Biotecnología, UPM). Como alumnos Instructores del equipo: Rodrigo Hernández Cifuentes (Grado en Ingeniería Mecánica, UPM) Guillermo Fernández Rodríguez (Grado en Biotecnología, Sevilla).

b) Se ha conseguido integrar los conocimientos teóricos/prácticos de diversas disciplinas (desde la Ingeniería hasta la Biología) en la ejecución de un proyecto interdisciplinar. Se ha asegurado el aprendizaje orgánico en el desarrollo de proyectos y el diálogo entre diversas materias complementarias. A través de la innovación, se ha impulsado un diálogo didáctico entre los estudiantes que mejor encarnan la proactividad y el deseo de aprender diseñando un proyecto en la vida real.

c) Se ha conseguido ampliar los trabajos realizados tradicionalmente en las actividades académicas de la Universidad, proponiendo un proyecto de innovación educativa, que abarca desde el espíritu académico de la investigación hasta el aspecto emprendedor de buscar financiación, o concebir una solución para un problema real de la sociedad. Los estudiantes han adquirido la responsabilidad de llevar a cabo un proyecto propio, han propuesto y realizado el proyecto, buscando por iniciativa propia el apoyo académico y financiero.

d) Debido a los buenos resultados obtenidos, se ha propuesto fundar y establecer permanentemente un equipo de iGEM de la Comunidad de Madrid del que se puedan beneficiar las diferentes generaciones de alumnos cada año a partir de 2018.

e) El objetivo más importante desarrollado en el proyecto ha sido que gracias a la interacción, el personal participante en el Proyecto de Innovación Educativa (Alumnos equipo iGEM), (Profesores y Personal de Apoyo a la Investigación) se ha desarrollado un prototipo de un biosensor para detectar concentración de polen de olivo en el ambiente, en tiempo real. La prioridad es que, pudiéndose detectar niveles de polen de olivo con gran precisión, personas afectadas por las polinosis y alergias puedan conocer la distribución del polen en cada zona de la Comunidad de Madrid para poder prevenir afecciones en su vida diaria. Este prototipo incorpora técnicas novedosas a nivel de Biología Sintética y de Ingeniería, desde la microfluídica hasta la ingeniería genética son áreas de conocimiento cubiertas por el proyecto desarrollado.

A la vista de los resultados alcanzados en el proyecto, podemos inferir que se han alcanzado todos los objetivos propuestos en la presentación del mismo.

### **3.- Metodología empleada en el proyecto.**

Para la selección de los alumnos participantes en el proyecto, se han tenido varias reuniones con los alumnos Francisco Javier Quero Lombardero (Grado en Biología, UCM), Gonzalo Saiz Gonzalo (Máster en Biotecnología, UCM) y Laura Armero Hernández (Grado en Farmacia, UCM) de quienes partió la idea del desarrollo del equipo iGEM, el coordinador del Proyecto de innovación Educativa. Domingo Marquina Díaz y la entonces Decana de la Facultad de Biología M<sup>a</sup> Teresa Gonzalez Jaén. (miembro del equipo del proyecto). El primer objetivo del proyecto era desarrollar un equipo multidisciplinar, y en función de la solicitudes recibidas y los *curricula* aportados se realizó la selección de los alumnos participantes para la formación del equipo iGEM 2018.

Una vez constituido el equipo se desarrollaron varias reuniones (*brainstorming*) para desarrollar un proyecto formativo y aplicado en el que los alumnos pudieran desarrollar un prototipo que incluyera metodologías de la Biología Sintética, la Microfluídica, la Ingeniería Biomédica y la Informática.

Una vez elegido el proyecto: “Desarrollo de un sistema con un biosensor para detectar concentración de polen de olivo en el ambiente, en tiempo real”, se realizó una división del trabajo en subgrupos (según su especialización) para permitir así una correcta realización de las distintas tareas de cara a la presentación del proyecto en Noviembre de 2018 en el MIT.

Un aspecto metodológico que consideramos importante, y objetivo dentro de la convocatoria iGEM fue la búsqueda de financiación para la realización del proyecto. Además de la financiación obtenida en el Proyecto de Innovación Educativa (1250€) se obtuvo financiación del Vicerrectorado de Investigación (13.000€) y de entidades como la Obra Social de la Caixa, Inmunotek y ATM. Para la obtención de esta financiación, los alumnos tuvieron reuniones con el Rector de la UCM, el Vicerrector de Investigación y los distintos responsables de la Obra Social de la Caixa, Inmunotek y ATM. Los alumnos mostraron la importancia del proyecto iGEM a las distintas autoridades, el interés que el proyecto encierra para la UCM y para la Comunidad de Madrid, y la financiación recibida (la primera) dentro de los Proyectos de Innovación Educativa de la UCM.

La participación del equipo en la competición exige que se cumplan ciertas fechas y objetivos parciales, así, todos los equipos inscritos están sometidos a una serie de restricciones temporales y objetivos a corto plazo a conseguir. Por esta razón fue imprescindible realizar una planificación temporal adaptada a la recogida en la página del calendario oficial del programa iGEM: <http://2018.igem.org/Calendar>

Para solucionar las dudas que pueden surgir durante la etapa de desarrollo del proyecto, se necesita establecer contactos con personalidades referentes en el estado de la cuestión dentro de los subsistemas tratados. Estas referencias adquieren la asignación, de manera predeterminada de distintos supervisores. En el caso de las técnicas Biológicas los supervisores fuimos M<sup>a</sup> Teresa González Jaén, Domingo Marquina Díaz y Victor de Lorenzo. Durante la ejecución del proyecto, se han llevado a cabo distintos eventos, nacionales e internaciones, congresos, charlas y eventos relacionados con la promoción de la competición, así como el intercambio de información relacionada con otros grupos iGEM, a nivel nacional como internacional. En el caso de iGEM Madrid 2018 se realizaron una serie de charlas a las que

asistieron diversos especialistas nacionales como internacionales en el área de la Biología Sintética.

#### **4.- Recursos humanos.**

Dentro de los recursos humanos del Proyecto de Innovación Educativa, hemos contado con distintos profesores de la Facultad de Biología: Domingo Marquina Díaz (responsable del proyecto), Antonio Santos de la Sen, M<sup>a</sup> Teresa Gonzalez Jaén, Jesús Pérez Gil (actual decano de la facultad de Biología); M<sup>a</sup> de los Angeles Gómez Flechoso y Ana María Martín González. Personal de Apoyo a la Investigación: Rafael Alejandro Alonso Conde e Ignacio Belda Aguilar, y los alumnos: Francisco Javier Quero Lombardero (Fac. Biología); María Corzo Martínez (Fac. Biología), Laura Armero Hernandez (Fac. Farmacia); Pablo Jimenez López (Fac. C.C. Químicas); Mayra Paola Oquist Phillips (Fac. Biología.); Diego Esteban Jimenez Lalana (Fac. Biología); Gonzalo Saiz Gonzalo (Fac. Biología) y David María Santalices Martín.

Además de este personal, los alumnos integrantes del equipo iGEM-Madrid fueron:

##### **Miembros del equipo:**

- Ignacio Albert Smet (Grado en Ingeniería Biomédica, UC3M)
- Gonzalo Saiz Gonzalo (Máster en Biotecnología, UCM)
- Francisco Javier Quero Lombardero (Grado en Biología, UCM)
- Laura Armero Hernández (Grado en Farmacia, UCM)
- Borja Sánchez Clemente (Grado en Ingeniería Biomédica, UC3M)
- Iván Martín Hernández (Grado en Biotecnología, UPM)

##### **Instructores del equipo:**

- Rodrigo Hernández Cifuentes (Grado en Ingeniería Mecánica, UPM)
- Guillermo Fernández Rodríguez (Grado en Biotecnología, Sevilla)

También hemos contado con la inestimable ayuda del personal técnico de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, quienes han estado dispuestos a colaborar en el desarrollo del proyecto en todo momento

## 5.- Desarrollo de las actividades.

### a) Selección del equipo iGEM Madrid (Septiembre de 2017)



Equipo formado por participantes de cuatro universidades españolas diferentes, fue presentado y coordinado como una iniciativa de la Universidad Complutense de Madrid.

### b) Planificación temporal (cronograma) <http://2018.igem.org/Calendar>

c) Reuniones para intercambiar ideas y conocimientos entre distintos grupos iGEM: Uno de los resultados más importantes alcanzados en este Proyecto de Innovación Educativa ha sido el intercambio de ideas y conocimientos entre entidades académicas como la Universidad Complutense de Madrid y entidades como la ETH Zurich, la Universidad de Boston, el Imperial College of London, la UPF de Barcelona y otros centros ubicados en diferentes puntos del mundo. Esto fue posible gracias a la asistencia al *meetup mediterráneo* realizado en el verano de 2017 en Barcelona



Imagen del *meetup mediterráneo* donde más de una decena de equipos de iGEM de países del área mediterránea nos reunimos para compartir nuestros proyectos e ideas.

La experiencia de iGEM Madrid 2018 ha promovido, desde la innovación educativa, un diálogo interdisciplinar entre diferentes grados o especialidades que han surgido recientemente, como la Ingeniería Biomédica, la Biotecnología, y otras disciplinas de más tradición científica e ingenieril, como la Ingeniería Industrial y la Biología.

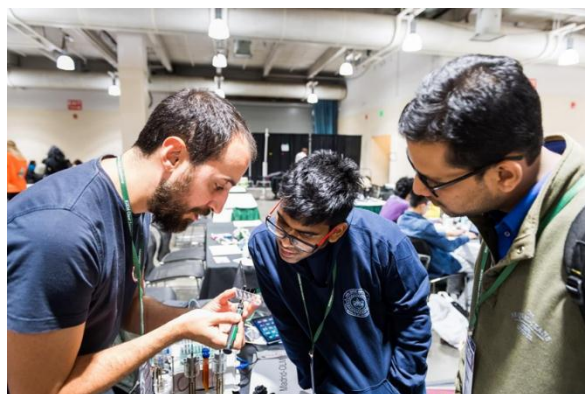
c) Elaboración de contenido multimedia: la memoria de proyecto (completa), así como los resultados experimentales [diseño, desarrollo y consecución de un prototipo que permite empleando la fusión de técnicas de ingeniería genética avanzada (uso de aptámeros), con técnicas avanzadas de microfluídica, la detección a tiempo real mediante una aplicación telefónica de los niveles de polen de olivo en Madrid]. Las aportaciones científicas y técnicas desarrolladas quedan reflejadas en una página web alojada en el servidor de iGEM: <http://2018.igem.org/Team:Madrid-OLM>.

d) Presentación del proyecto en el evento: El punto final del proyecto incluye acudir al concurso, (El concurso se realizó entre los días 24 y 28 de Octubre de 2018 en la sede del M.I.T. en Boston). La asistencia del equipo de alumnos iGEM-Madrid pudo realizarse gracias a las subvenciones aportadas por la UCM, la Obra Social de la

Caixa, Inmunotek y ATM. En este acto, el equipo iGEM-Madrid ha entrado en contacto con todos los equipos del mundo y ha podido intercambiar experiencias relacionadas con la biología sintética, así como conocer de primera mano los líderes en la industria de la biología sintética y eventuales inversores internacionales.



Presentación del proyecto del grupo iGEM-Madrid en el M.I.T. por Francisco Javier Quero Lombardero y Laura Armero Hernández ante un jurado compuesto por investigadores de 6 países diferentes y una audiencia de más de 200 personas.



Durante la exhibición, le fue concedido al equipo un espacio para exponer el hardware desarrollado de forma pública. En el stand desarrollado el resto de participantes de la competición pudo observar de cerca la tecnología desarrollada por el equipo.

e) La competición establece unos rangos que caracterizan la excelencia de la participación de un equipo en iGEM. Estos rangos se agrupan en medallas, recompensando al equipo con una medalla de bronce, de plata o de oro.

El equipo de iGEM Madrid 2018 obtuvo una medalla de plata en reconocimiento al desarrollo del proyecto. Usualmente la consecución de las medallas depende de las experiencias previas en años anteriores del equipo. En lo relativo a los equipos de primer año, un escaso porcentaje de ellos logran medalla de plata, siendo iGEM Madrid uno de los pocos en haberla obtenido. Conocer el funcionamiento interno de la competición es clave para orientar al equipo a su máximo potencial. Se adjunta como anexo a esta memoria, una copia de las opiniones de los jueces designados para la evaluación del proyecto de iGEM Madrid 2018. <http://2018.igem.org/Competition/Results>

Además, la iniciativa defendida por iGEM Madrid 2018 fue finalista a mejor proyecto de su categoría. Adicionalmente, se recibieron opiniones del sector industrial y de emprendimiento, orientadas al interés financiero de la propuesta.

Más allá de las medallas, el balance general de los resultados es positivo, destaca la consecución del objetivo de la innovación educativa y de la ejecución técnica del proyecto:

- Se ha implementado satisfactoriamente y diseño y la fabricación de un proyecto interdisciplinar de biodispositivos. El objetivo educacional, de tratar con la complejidad actual de las disciplinas híbridas, desde las acciones de innovación educativa, ha sido ampliamente satisfecho.
- Se ha establecido una experiencia previa en iGEM, asegurando futuras intervenciones en la competición. Se ha ganado el “know-how”, necesario para liderar futuras convocatorias, estableciendo sinergias empresariales y académicas. Se han establecido contactos con la Universidad de Boston entre otras entidades académicas para realizar futuras colaboraciones conjuntas. Esto refuerza el papel de la UCM en el entorno internacional de la biología sintética.



## 6.- Anexos.

### iGEM 2018 UNA INTRODUCCIÓN A LA COMPETICIÓN

La competición iGEM (International Genetically Engineered Machine) celebrada anualmente en los meses de octubre-noviembre desde su creación en 2003 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Boston, es una competición de biología sintética, definiéndose esta como la construcción de sistemas biológicos artificiales para investigación, ingeniería y aplicaciones médicas. iGEM comenzó como un curso de verano en el 2003, en MIT.

El siguiente año creció a una competición de 5 equipos, alcanzando los 13 equipos en 2005. En 2018 iGEM ha estado formado por 343 equipos, de más de 42 nacionalidades, sobrepasando los 5000 participantes. Las cifras muestran la gran expansión de la biología sintética nivel mundial, así como la difusión mundial del evento, y su autoridad internacional.

Francia posee 10 representantes, Alemania 16, Reino Unido 14, Holanda 6. En 2018 España cuenta con una modesta representación, conformada por 5 equipos: cuatro universidades, y un instituto.

- Universitarios: UPF Barcelona, UPV Valencia, **UCM Madrid**, IQS Barcelona. -  
Instituto: Navarra BG.



En la competición del año 2018 se han presentado más de 340 equipos de todo el mundo. Entre inversores, jueces, advisors y participantes el aforo rondó las 8000 personas.

Este año, el objetivo de nuestro equipo ha sido llevar por primera vez a Madrid a esta competición y, de este modo, aumentar la representación española. Pero la iniciativa desarrollada por iGEM Madrid 2018 no sólo ha reforzado la participación española en la competición, sino que ha situado a la Universidad Complutense en el panorama internacional de las universidades más prestigiosas del mundo (MIT, Cambridge, Harvard, TU DELFT, TU Munich, ETH Zurich, entre muchas otras).

El equipo iGEM Madrid 2018 ha estado formado por miembros de varias universidades madrileñas. Pero el papel central de la UCM en esta iniciativa ha sido notorio y relevante. La ubicación física del equipo, así como parte de la sponsorización y de la dotación de recursos se ha ejecutado a través de la UCM. Esto ha provocado que el equipo de este año haya sido denominado como el "Equipo UCM", figurando oficialmente como el principal apoyo académico y financiero del proyecto.

## DIPLOMAS OBTENIDOS EN LA COMPETICIÓN. iGEM 2018





INTERNATIONAL GENETICALLY ENGINEERED MACHINE  
COMPETITION

**DOMINGO MARQUINA**

**MADRID-OLM  
NOMINATED FOR BEST OPEN PROJECT**

**UNDEROVER**

GIANT JAMBOREE  
OCTOBER 24 - OCTOBER 28, 2018  
BOSTON, MASSACHUSETTS